

ликвидирует неприятные запахи, которые выделяются во время перегнивания органических отходов.

3. Технологических – обеспечивает получение стабилизированных отходов, которые не загнивают.

4. Агрохимических – использования стабилизированных осадков в качестве удобрений.

1.Гелетуха Г.Г. Біомаса заміщує газ // Зелена енергетика. – 2006. – №1. – С.9-11.

2.Гелетуха Г.Г., Кудря С.О. Україна: нетрадиційні та відновлювані джерела енергії // Зелена енергетика. – 2005. – №2. – С.6-8.

3.Жовмир М.М., Недовесов В.И., Смирнов О.П., Тальков А.И., Тарасов А.С. и др. Ресурсы биомассы для энергетического использования в Украине // Энергетика и электрификация. – 2002. – №6. – С.38-45.

4.Гуцулак В.Д. Биоконверсия органических отходов для получения биогумуса, биогаза, биологических веществ и охрана окружающей среды // Защита растений. – 1992. – №1. – С.61.

5.Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. – 2006. – 238 с.

6.Толстых С.В., Васливанов А.А. Применение биогазовых технологий при утилизации органических отходов // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.74. – К.: Техніка, 2007. – С.300-309.

*Получено 23.07.2009*

УДК 628.14

О.В.МАТЯШ, В.Г.НОВОХАТНІЙ, канд. техн. наук

*Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка*

## **БЕЗВІДМОВНІСТЬ МЕТАЛЕВИХ ТРУБ ЗОВНІШНІХ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ**

Виконано аналіз статистичних даних щодо відмов водопровідних труб міста Кременчук. Визначені причини, що викликають пошкодження труб водопровідної мережі, та значення параметра потоку відмов для чавунних та сталевих труб.

Выполнен анализ статистических данных по отказам водопроводных труб города Кременчуга. Определены причины, которые вызывают повреждения труб водопроводной сети, и значения параметра потока отказов для чугуновых и стальных труб.

The analysis of statistical data is executed in relation to the refuses of water-pipes of city Kremenchuk. Certainly influence of different factors on the damage of pipes of water network. The values of instantaneons failure intensity are got for cast-iron and steel pipes.

*Ключові слова:* параметр потоку відмов, середній час напрацювання, середній час відновлення.

Базовими показниками надійності елементів для подальших розрахунків надійності водопровідних споруд є середній час напрацювання на відмову  $T$  і середній час відновлення  $T_B$ . Значення цих показників, зазвичай, отримують шляхом аналізу статистичних даних щодо

відмов окремих елементів систем водопостачання в процесі експлуатації. Це розуміли як фундатори цього напрямку досліджень [1-4], так і науковці сьогодення [5-9]. Проблема полягає в тому, що системи водопостачання вдосконалюються, а це вимагає накопичення статистичних даних з надійності.

Аналіз останніх досліджень [6-9] підтверджує, що зараз зростає увага до надійності водопровідних споруд, зокрема водопровідних мереж. У даній роботі виконано якісний та кількісний аналіз безвідмовності сталевих і чавунних труб системи водопостачання міста Кременчука.

Загальна протяжність водопровідної мережі м.Кременчука складає близько 424 км, з яких чавунних труб – 55%, сталевих – 41%, незначний відсоток – азбестоцементні та пластмасові труби (4%). Було проаналізовано статистичні дані пошкоджень металевих труб діаметром 50...300 мм протягом останніх шести років і встановлено, що основними видами пошкоджень, як показано на рис.1, є:

- для чавунних труб – вихід цементу з розтрубів, поперечні переломи, корозія, пошкодження землерийною технікою;
- для сталевих труб – наскрізні свищі, порушення зварних з'єднань, корозія, пошкодження землерийною технікою.

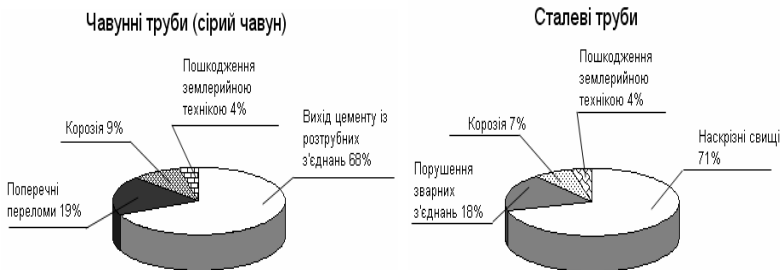


Рис.1 – Види пошкоджень водопровідних труб м.Кременчука

Аналогічний аналіз даних для м.Полтави [10] дозволив виконати порівняння факторів, які викликають пошкодження металевих труб (рис.2).

Основним показником безвідмовності водопровідних труб прийнято напрацювання на відмову  $T$  1 км трубопроводу або обернену йому величину – параметр потоку відмов  $\omega_0$  1 км трубопроводу (табл.1). Для розрахунку середнього значення параметра потоку відмов  $\omega_0$  використано формулу

$$\omega_0 = \frac{n}{t \cdot \sum L},$$

де  $n$  – кількість відмов ділянок водопровідної мережі;  $t$  – термін спостереження;  $\sum L$  – протяжність водопровідної мережі відповідного діаметра, км.

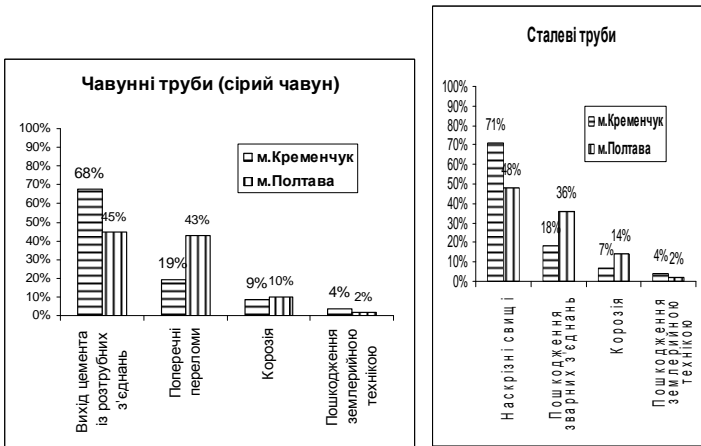


Рис. 2 – Порівняльні діаграми пошкоджень водопровідних труб

Таблиця 1 – Статистичні дані щодо відмов чавунних та сталевих труб

Труби ділянок мережі	Діаметр $D$ , мм	Загальна довжина $L$ , км	Кількість відмов $n$	Середнє значення параметра потоку відмов $\omega_0$ , 1/(рік·км)
Чавунні (сірий чавун)	50	0,980	29	4,932
	100	23,633	389	2,743
	150	14,538	150	1,720
	200	10,045	99	1,643
	250	11,681	72	1,027
	300	13,260	74	0,930
Сталеві	50	3,190	36	1,881
	100	14,303	142	1,655
	150	5,310	50	1,569
	200	3,921	34	1,445
	250	6,300	39	1,032
	300	7,180	28	0,650

Інтервальні оцінки (табл.2) було обчислено відповідно до вимог ДСТУ 3514-97. Довірчий інтервал для  $\omega_0$  знайдено за формулою

$$\overline{\omega_0} - t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \omega_0 \leq \overline{\omega_0} + t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}},$$

де  $s$  – виправлене середньоквадратичне відхилення  $\omega_0$ ;  $n$  – об’єм вибірки;  $t_\gamma \cdot s / \sqrt{n} = \delta$  – точність оцінки;  $\gamma = 0,95$  – прийнята довірна ймовірність.

Таблиця 2 – Інтервальні оцінки для параметра потоку відмов  $\omega_0$

Труби ділянок мережі	Діаметр $D$ , мм	Об’єм вибірки $n$	$t_\gamma$ ( $\gamma=0,95$ )	Середньоквадратичне відхилення $s$	Точність оцінювання $\delta$	Параметр потоку відмов $\omega_0$ , 1/(рік·км)		
						середнє значення	інтервальна оцінка	
							min	max
Чавунні (сірий чавун)	50	29	1,99	1,66	0,61	4,93	4,32	5,54
	100	389	2,05	2,25	0,23	2,74	2,51	2,98
	150	150	2,45	3,09	0,62	1,72	1,10	2,34
	200	99	2,31	2,62	0,61	1,64	1,03	2,25
	250	72	2,58	2,95	0,89	1,03	0,13	1,92
	300	74	2,58	0,99	0,29	0,93	0,63	1,23
Сталеві	50	36	1,97	3,23	1,07	1,88	0,81	2,95
	100	142	2,11	1,44	0,26	1,65	1,40	1,91
	150	50	2,45	2,91	1	1,57	0,56	2,58
	200	34	2,67	2,22	1,02	1,45	0,43	2,46
	250	39	2,74	3,15	1,38	1,03	0,20	2,41
	300	28	2,74	2,44	1,26	0,65	0,10	1,91

Аналіз статистичних даних (табл.1, рис.3) показав, що кількість відмов металевих труб зменшується із збільшенням діаметра. Це дало можливість спрогнозувати рівень безвідмовності цих труб залежно від діаметра.

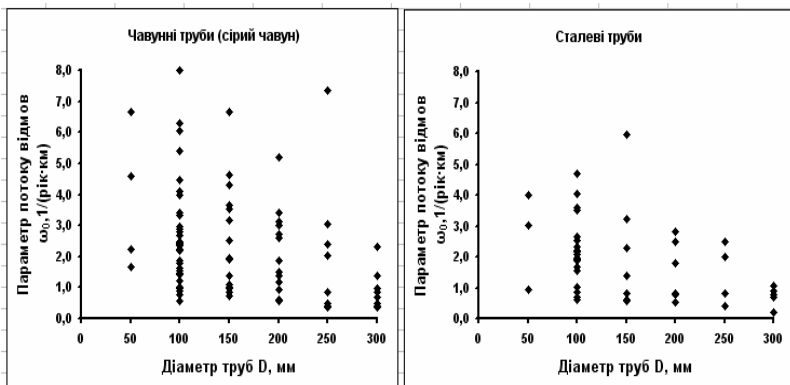


Рис.3 – Статистична залежність  $\omega_0 = f(D)$  для металевих труб

В результаті математичної обробки статистичних даних отримано аналітичні залежності (рис.4) параметра потоку відмов  $\omega_0$  від діаметра труб. Побудову аналітичних функцій на основі емпіричних даних виконано за допомогою електронних таблиць “Microsoft Excel SR-1” за програмою Table Curve.

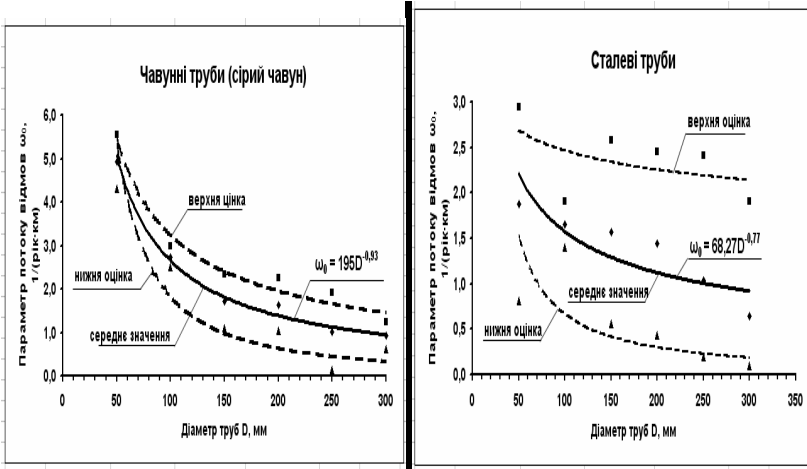


Рис.4 – Аналітична залежність  $\omega_0 = f(D)$  для металевих труб

Отримані аналітичні функції мають вигляд:

- для чавунних труб  $\omega_0 = 195D^{-0.93}$ ;
- для сталевих труб  $\omega_0 = 68,27D^{-0.77}$ ,

де  $D$  – діаметр труб, мм.

Таким чином, аналіз статистичних даних щодо відмов металевих водопровідних труб м.Кременчука підтверджує відомий факт зменшення параметра потоку відмов із збільшенням діаметра. Порівняння із зарубіжними даними свідчить, що безвідмовність вітчизняних металевих водопровідних труб на порядок нижче, ніж у Західній Європі.

- 1.Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1979. – 231 с.
- 2.Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды. – М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.
- 3.Новохатний В.Г. и др. Анализ надежности водопроводных труб / Полтавский ИСИ. – Полтава, 1981. – 12 с. – Рус.– Деп. во ВНИИИС г.Москва, №2840.
- 4.Сокольник В.И., Украинец Н.А. О надежности систем промышленного и городского водоснабжения // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.27. – К.: Техніка, 2001. – С.3-7.
- 5.Найманов А.Я. О надежности систем водоснабжения и водоотведения // Водо-

снабжение и санитарная техника. – 2005. – №7. – С.30-35.

6. Найманов А.А. Особенности оценки надежности кольцевой водопроводной сети // Водоснабжение и санитарная техника. – 2006. – №12. – С.11-16.

7. Храменков С.В., Примин О.Г. Оценка надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – №7. – С.2-5.

8. П'єхурскі Ф. Причини й оцінка аварійності розподільної водопровідної мережі // Ринок інсталяцій. – 2003. – №6 (78). – С.11-13.

9. Новохатній В.Г. Надійність подавально-розподільного комплексу систем водопостачання // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. праць. Вип.47.– Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – С.265-269.

10. Новохатній В.Г., Матяш О.В. Надійність водопровідних труб за даними експлуатації // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. праць. Вип.51. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009. – С.136-140.

*Отримано 28.08.2009*

УДК 658.24

Н.В.ГРИНЧАК, канд. техн. наук, Е.В.КУЗЬМИЧЕВА, Д.А.ВОЛКОВ

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕТИ ДЛЯ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ НА ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ**

Рассматривается способ представления трубопроводных систем (на примере газовой сети) в математическом виде, удобном для реализации на компьютере. Показано, что при расчетах трубопроводных систем можно использовать огромное количество методов и алгоритмов, разработанных для систем электроэнергетики.

Розглядається спосіб подання трубопровідних систем (на прикладі газової мережі) у математичному вигляді, зручному для реалізації на комп'ютері. Доведено, що при розрахунках трубопровідних систем можна використати величезну кількість методів і алгоритмів, створених для систем електроенергетики.

The method of pipeline systems presentation (by the example of a gaze network) is considered in a mathematical form, which is more suitable for computer realization. It was showed, that it is possible to use a large quantity of methods and algorithms, which are produced for the electroenergetic systems, for the pipeline systems calculations.

*Ключевые слова:* граф, узел, трубопроводные системы, математическая модель.

Процесс проектирования трубопроводных (в данном случае – газовых) сетей в конечном итоге сводится к решению систем уравнений (линейных и нелинейных). От эффективности способов формирования и хранения этих систем уравнений во многом зависит эффективность реализуемых расчетных задач на сетях.

Сеть состоит из узлов. Узел – это источник газа или потребитель. Неважно откуда поступает газ: из резервуара, от компрессорного агрегата, из сети более высокого давления через регуляторный пункт. Важно, что через какие-то точки (узлы) газ поступает в сеть (будем называть эти точки *источниками*), а через какие-то точки (узлы) газ